

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-144744

(43)Date of publication of application : 11.06.1993

(51)Int.Cl. H01L 21/205
C30B 25/02
H01L 21/203

(21)Application number : 03-328392

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 18.11.1991

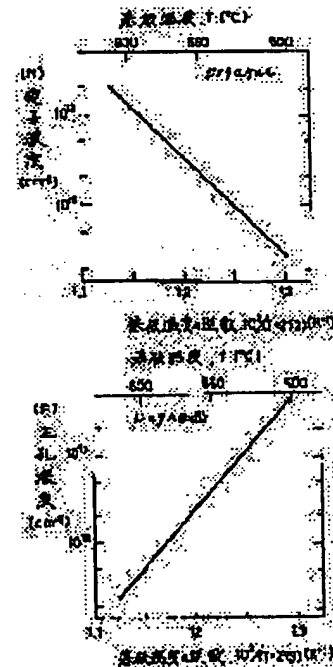
(72)Inventor : IGA RYUZO
YAMADA TAKESHI
SUGIURA HIDEO

(54) FORMATION OF SEMICONDUCTOR THIN FILM

(57)Abstract:

PURPOSE: To control the doping amount and the conductivity type of a film in the direction inside the face of a substrate by a method wherein a gas raw material for doping use is introduced during the growth operation of a semiconductor thin film, two kinds of gas raw materials for doping use for different conductivity types are introduced and laser beam is applied simultaneously.

CONSTITUTION: When a GaAs film is grown on a GaAs substrate, diethyltellurium as an N-type dopant or diethylzinc as a P-type dopant is supplied. In the case of the diethyltellurium, its doping amount is increased in terms of an exponential function as a substrate temperature is raised. This is caused because the pyrolysis of the diethyltellurium is promoted by a rise in the substrate temperature. In the case of the diethylzinc, the doping amount is increased because zinc atoms are evaporated again due to the rise in the substrate temperature. When two kinds of doping gas raw materials whose conductivity type is different are supplied simultaneously, the conductivity type of a film is of N-type, of P-type or semiinsulating according to the substrate temperature. Thereby, when the substrate temperature is changed by irradiation with a laser beam, the doping amount and the conductivity type can be controlled the face.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-144744

(43)公開日 平成5年(1993)6月11日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205		7454-4M		
C 3 0 B 25/02		Z 9040-4G		
H 0 1 L 21/203		M 8422-4M		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-328392

(22)出願日 平成3年(1991)11月18日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 伊賀 龍三

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 山田 武

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 杉浦 英雄

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

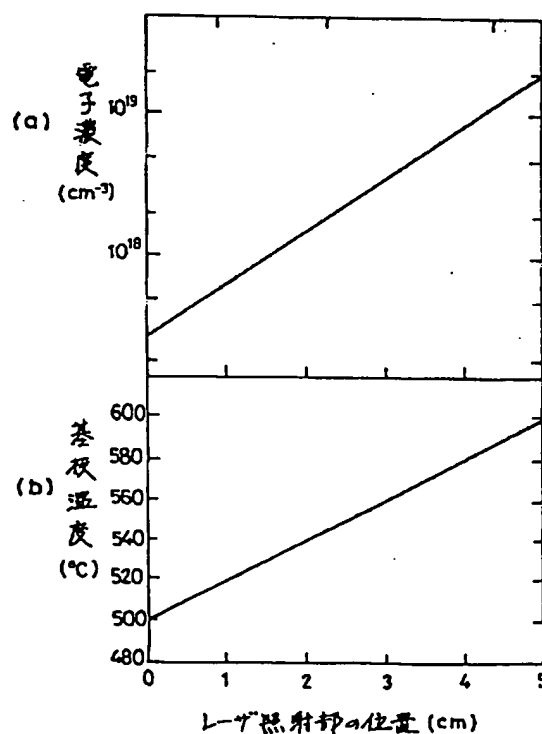
(74)代理人 弁理士 山川 政樹

(54)【発明の名称】 半導体薄膜形成方法

(57)【要約】

【目的】 膜質の劣化につながる複雑なプロセス技術を用いることなく、基板面内方向の膜のドーピング量と伝導型とを制御可能とする事を目的とする。

【構成】 有機金属分子線エピタキシャル装置を用いて、基板温度500℃のGaAs基板上にアルゴンレーザ(波長514.5nm、強度5W)をビームスキャン方により線条(スキャン長5cm)に照射しながらGaAs薄膜を成長させている最中にジエチルテルルを供給する。その結果、レーザ照射部では図5(a)に示すように電子濃度に $6 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ から $2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ の分布をもつ膜が形成される。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体薄膜の形成方法において、前記半導体薄膜を半導体基板上に成長させている最中にドーピング用ガス原料を導入し、前記ドーピング用ガス原料を導入すると同時に前記半導体基板上にレーザ光を照射して温度分布を形成することを特徴とする半導体薄膜形成方法。

【請求項2】 請求項1記載の半導体薄膜形成方法において、前記ドーピング用ガス原料の導入は、異なった伝導型用の2種類のドーピングガス原料を導入することを特徴とする半導体薄膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体薄膜を形成する半導体基板の面内方向（半導体基板表面と水平方向）に、ドーピング量が変化した、また面内方向に異なった電気伝導性を有する半導体薄膜を成長させる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの高度化、高機能化に伴い、より高度な半導体薄膜の形成技術が望まれている。その1つに半導体薄膜のドーピング量を面内方向に変化させたり、面内方向に異なった伝導型の半導体薄膜を形成させる薄膜成長技術がある。

【0003】従来の技術では、たとえばジャーナルオブクリスタルグロース (Journal of crystal growth) 105巻 (1990年) 383頁にあるように、有機金属分子線エピタキシ (MOMBE) 法などをもちいてGaAsあるいはInPの薄膜を成長させている最中に1種類のドーピング用有機金属材料を導入し、基板上で熱分解させP型あるいはN型の不純物原子を混入させることによってP型あるいはN型の半導体薄膜の形成を行っていた。

【0004】しかしながらこの方法では、導入するドーピング用有機金属材料の種類を変えたり、その供給量を変化させることによって、膜厚方向の伝導型とドーピング量の制御は可能であるが、面内方向のドーピング量や伝導型制御のためには、膜形成後に不純物イオンを打ち込みその後アニールで不純物原子を活性化することでドーピングしたり、高度なリソグラフィを用いて膜をエッチングした後にドーピング量や伝導型の異なった膜を埋め込み、再度膜を成長させることが必要であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしそれらの方法では、プロセスが複雑であったり膜質が劣化する等の問題があった。そのため、例えば縦型トランジスタや電流の横注入型面発光レーザのような高機能な半導体デバイスを製造するためには、多くのプロセスを経る必要があり、歩留りや再現性の向上が要求されていた。

【0006】以上のことより本発明では、膜質の劣化に

つながる複雑なプロセス技術を用いることなく、基板面内方向の膜のドーピング量と伝導型とを制御可能とする事を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、半導体薄膜成長中にドーピング用ガス原料を導入させ同時にレーザ光を膜を成長させている半導体基板上に照射して温度分布を形成する。また、異なった伝導型用の2種類のドーピング用ガス原料を導入させ同時にレーザ光を膜を成長させている半導体基板上に照射して温度分布を形成する。

【0008】

【作用】半導体基板上でレーザ光を照射した部分としない部分で、成長した半導体薄膜へのドーピング用ガス原料のドーピング量に差が生じる。

【0009】

【実施例】分子線エピタキシ装置を用いてGaAs基板上にGaAs膜を成長させる際に、N型ドーパントのジエチルテルル、あるいはP型ドーパントのジエチル亜鉛を供給する場合の、成長するGaAsの薄膜へのドーピング量の基板温度依存性を図1、2に示す。

【0010】図1のジエチルテルルの場合は基板温度が増加するにしたがってドーピング量は指数関数的に増加している。これは、基板温度上昇によるジエチルテルルの、熱分解の促進によるものである。図2のジエチル亜鉛の場合は、基板温度の上昇による亜鉛原子の基板からの再蒸発によるものである。

【0011】次に分子線エピタキシ装置を用いて、InP基板上にInP膜を成長させる際に、N型ドーパントのテトラエチル錫、あるいはP型ドーパントのジエチル亜鉛を供給したそれぞれの場合におけるドーピング量の基板温度依存性を図3、4に示す。

【0012】図3のテトラエチル錫、図4のジエチル亜鉛の両方の場合において、基板温度が増加するとドーピング量が減少している。これは、基板温度の上昇による亜鉛原子あるいは錫原子の基板からの再蒸発によるものである。

【0013】有機金属気相成長法においても同様なドーピング量の基板温度依存性が得られている。これらの内の1種類のドーピング用ガス原料を導入しながら、基板内にビームスキャン法や回折格子、フォトマスク等を用いてレーザ光照射を行い、面内方向にドーピング量に変化するだけの基板温度分布を作れば、レーザ光照射部においてドーピング量に分布ができる。

【0014】なお、照射するレーザ光は、用いた基板または半導体膜が吸収する波長を有すればどのようなものでもよい。

【0015】また伝導型の異なる2種類のドーピングガス原料を同時に供給した場合、基板温度によってN型の方が多くなり、あるいはP型のドーピング量の方が多く

(3)

なり、また両者が等しくなり、膜の伝導型はN型あるいはP型、または半絶縁性になる。このことから、レーザ光照射により基板温度を変化させることでドーピング量と伝導型が面内で部分的に制御可能となることは明かである。

【0016】以上はGaAs膜についてであるが、他の周期律表のIII族-V族の半導体を始め、II族-VI族の半導体など全般においても同様な効果が得られることは言うまでもない。

【0017】以下本発明の具体的な実施例を説明する。

(実施例1) 有機金属分子線エビタキシャル装置を用いて、基板温度500℃のGaAs基板上にアルゴンレーザ(波長514.5nm、強度5W)をビームスキャン法により線状(スキャン長5cm)に照射しながらGaAs薄膜を成長させている最中にジエチルテルルを供給する。

【0018】レーザ光のスキャン速度を線上で一定の加速度で変化させることによって、基板上に温度分布をつける。Ga源にはトリエチルガリウム、As源には熱分解したアルシンを用いる。

【0019】レーザ照射部では図5(b)に示すように基板温度の分布が形成される。その結果、レーザ照射部では図5(a)に示すように電子濃度に $6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ から $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の分布をもつ膜が形成される。

【0020】(実施例2) 有機金属分子線エビタキシャル装置を用いて、基板温度500℃のInP基板上にアルゴンレーザ(波長514.5nm、強度10W)をスポット照射しながらジエチル亜鉛を供給する。In源にはトリメチルインジウム、P源には熱分解したホスフィンを用いる。

【0021】レーザ照射部では100℃の温度上昇があり、その結果正孔濃度がレーザ照射部で $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、非照射部で $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ となる。

【0022】(実施例3) 有機金属分子線エビタキシャル装置を用いて、基板温度500℃のInP基板上にアルゴンレーザ(波長514.5nm、強度10W)をスポット照射しながらトリエチル錫を供給する。In源にはトリメチルインジウム、P源には熱分解したホスフィンを用いる。

【0023】レーザ照射部では基板温度が100℃上昇し、その結果電子濃度は、レーザ照射部で $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、非照射部で $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ となる。

【0024】(実施例4) 分子線エビタキシャル装置を用いて、基板温度500℃のGaAs基板上にYAGレーザ(波長1.08μm、強度5W)をスポットで照射しながら、GaAs薄膜を成長させている最中にジエチルテルルとジエチル亜鉛の2種類のドーピングガス原料を供給する。

【0025】Ga源には金属Ga、As源には金属Asを用いる。YAGレーザ照射部は約100℃温度上昇

し、その結果、YAGレーザ照射部では、電子濃度 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のN型となり、非照射部では正孔濃度 $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のP型となる。

【0026】(実施例5) 有機金属エビタキシャル装置を用いて、基板温度500℃のInP基板上にアルゴンレーザ(波長514.5nm、強度5W)をスポットで照射しながらInP薄膜を成長させている最中にテトラエチル錫、ジエチルベリリウムの2種類のドーピングガス原料を供給する。

【0027】ジエチルベリリウムは、P型ドーパントでInPへのドーピング量は基板温度によらず一定で $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。インジウム源にはトリメチルインジウム、P源には熱分解したホスフィンを用いる。

【0028】レーザ照射部では100℃温度上昇し、その結果非照射部では半絶縁性となりレーザ照射部では正孔濃度 $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のP型となる。

【0029】(実施例6) 有機金属気相成長装置を用いて、基板温度550℃のGaAs基板上にエキシマレーザ(波長293nm、強度10W)をビームスキャン法により線状に照射しながらGaAs薄膜を成長している最中に、ジエチルテルルとジエチル亜鉛の2種類のドーピングガス原料を供給する。Ga源にはトリメチルガリウム、As源にはアルシンを用いる。

【0030】レーザ照射部では一様に約50℃上昇し、その結果レーザ照射部の膜は一様に電子濃度 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のN型となり非照射部ではP型とN型のドーピング量がほぼ等しくなり半絶縁性となる。

【0031】(実施例7) ガスソース分子線エビタキシャル装置を用いて、基板温度450℃のInP基板上にYAGレーザ(波長1.08μm、強度5W)をスポットで照射しながらInP薄膜を成長させている最中にP型ドーパントとして金属ベリリウムを原料とした分子線(分子線セルの温度1000℃)とN型ドーパントにジエチルテルルを供給する。

【0032】ドーピング用有機金属ガス原料はジエチルテルル1種類であり、インジウム源には金属インジウム、P源には熱分解したホスフィンを用いる。図6にジエチルテルルによるN型ドーピング量の基板温度依存性を示す。レーザ照射部では約100℃の温度上昇がある。

【0033】金属ベリリウムの場合、ドーピング量は基板温度によらず $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ で一定である。そのためレーザ照射部では、N型とP型のドーピング領域がほぼ等しくなり相殺され膜は半絶縁性となり、非照射部では正孔濃度 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のP型となる。

【0034】

【発明の効果】以上のように本発明では、半導体薄膜へのドーピング量と伝導型を面内方向に制御することが可能となる。したがって、縦型トランジスタ、横注入型面発光レーザ、縦型ドーピング超格子の製造に有用である

(4)

ばかりでなく、OEICのような高機能な半導体デバイスの製造にも有効であるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ジエチルテルルを用いてGaAsの薄膜中にN型ドーピングするときのドーピング量と基板温度の関係を示す相関図である。

【図2】 ジエチル亜鉛を用いてGaAsの薄膜中にP型ドーピングするときのドーピング量と基板温度の関係を示す相関図である。

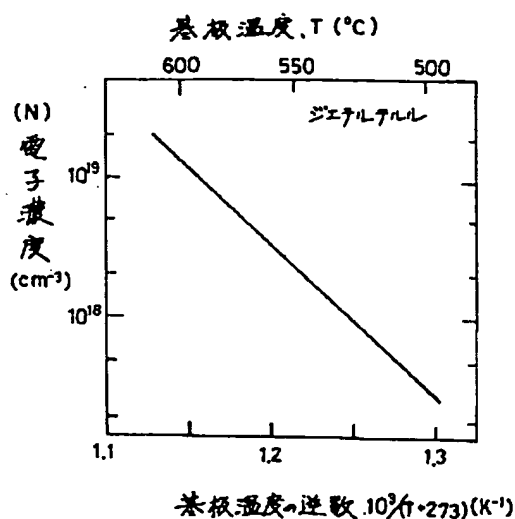
【図3】 テトラエチル錫を用いてInPの薄膜中にN型ドーピングするときのドーピング量と基板温度の関係を示す相関図である。

【図4】 ジエチル亜鉛を用いてInPの薄膜中にP型ドーピングするときのドーピング量と基板温度の関係を示す相関図である。

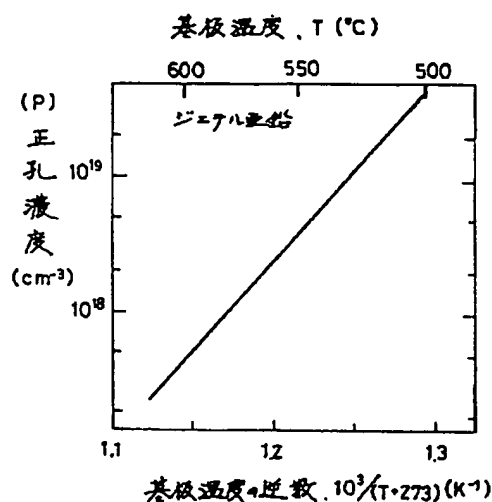
【図5】 基板温度500℃のGaAs基板上にGaAsの薄をの成長させている最中にジエチルテルルを供給しながらその基板上にアルゴンレーザを線状に照射し、基板温度に分布を形成したときのレーザ照射部の位置と基板温度及び電子濃度の関係を示す相関図である。

【図6】 ジエチルテルルを用いてInPの薄膜中にN型ドーピングするときのドーピング量と基板温度の関係を示す相関図である。

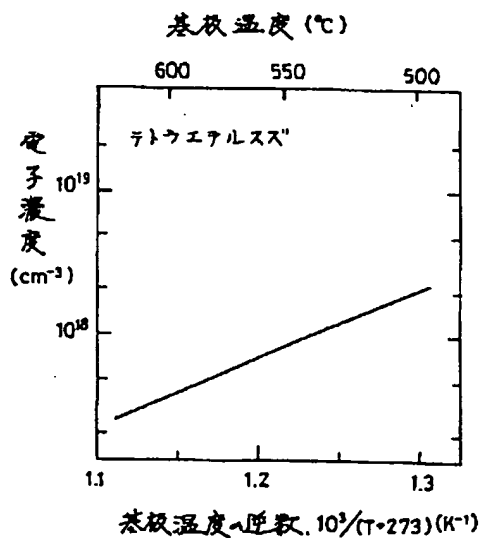
【図1】



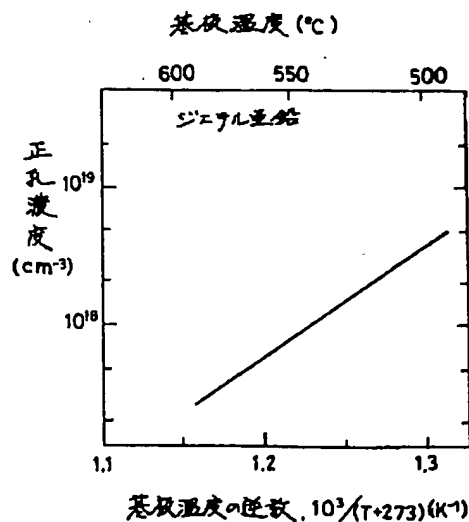
【図2】



【図3】

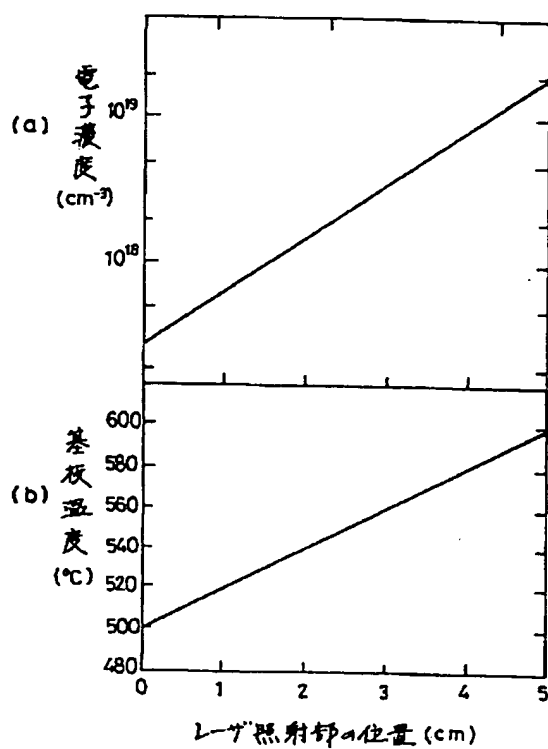


【図4】



(5)

【図5】



【図6】

